

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/04933 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: H01L 21/00

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/02014

(22) Date de dépôt international: 12 juillet 2000 (12.07.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/09007 12 juillet 1999 (12.07.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): RAYSSAC,

Olivier [FR/FR]; 10, rue du Vercors, F-38000 Grenoble  
(FR). MORICEAU, Hubert [FR/FR]; 26, rue du Fournet,  
F-38120 Saint Egrève (FR). ASPAR, Bernard [FR/FR];  
110, lot. Le Hameau des Ayes, F-38140 Rives (FR).  
MONTMAYEUL, Philippe [FR/FR]; Lotissement Le  
Château, Cidex 19.1, F-38190 Bernin (FR).

(74) Mandataire: WEBER, Etienne; Brevatome, 3, rue du  
Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (national): JP, US.

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE).

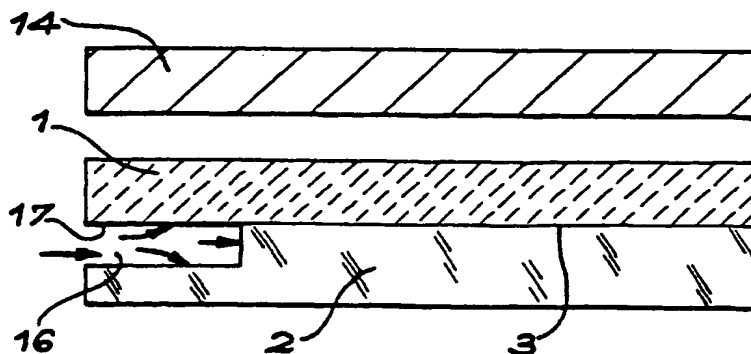
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR SEPARATING TWO ELEMENTS AND DEVICE THEREFOR

(54) Titre: PROCEDE DE DECOLLEMENT DE DEUX ELEMENTS ET DISPOSITIF POUR SA MISE EN OEUVRE



(57) Abstract: The invention concerns a method for separating two elements (1, 2) of a structure adhesively contacted to each other by respective adhesive surfaces, comprising a step which consists in locally applying a force on an interface zone (17) by contacting, in the interface zone (17), one and/or the other of said surfaces with separating means to initiate the separation of the two elements in the interface zone and, optionally, proceeding until the elements are completely separated.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé de décollement de deux éléments (1, 2) d'une structure mis en contact adhérent l'un à l'autre par des faces d'adhérence respectives, le procédé comportant, une étape d'application d'une force, de façon localisée dans une zone d'interface (17) par la mise en contact, dans la zone d'interface (17), de l'une et/ou l'autre desdites faces avec des moyens de séparation pour amorcer le décollement des deux éléments dans la zone d'interface et pour le poursuivre, éventuellement, jusqu'à la séparation complète des deux éléments.

WO 01/04933 A1

**WO 01/04933 A1**



— Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

**PROCEDE DE DECOLLEMENT DE DEUX ELEMENTS ET DISPOSITIF  
POUR SA MISE EN OEUVRE**

**Domaine technique**

5

La présente invention concerne un procédé de décollement de deux éléments adhérent l'un à l'autre selon des faces d'adhérence, le décollement pouvant être obtenu sous l'action d'un fluide et/ou d'un élément mécanique permettant d'amorcer localement le décollement. Elle concerne aussi un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

10

L'invention s'applique en particulier au domaine de la micro-électronique afin de décoller deux plaquettes adhérent l'une à l'autre. Elle est d'un intérêt tout particulier dans la manipulation de plaques minces, fragiles et très flexibles.

15

**Etat de la technique antérieure**

20

Le document FR-A-2 752 332 divulgue un procédé de séparation d'une plaquette de support par insertion, à l'interface de collage d'un élément séparateur assez flexible pour ne pas rayer les surfaces. Cet élément séparateur est composé de plusieurs parties permettant une visée minimale, lors de l'opération d'ouverture de l'interface, pour être compatible avec un objectif industriel. Ce procédé a été développé dans le cadre de plaques collées par l'intermédiaire de forces d'attraction.

25

30

L'article intitulé "Bonding of silicon wafers for silicon-on-insulator" de W.P. MASZARA et al. paru dans la revue J. Appl. Phys. 64 (10), 15 novembre 1988, pages 4943-4950, concerne la mesure d'énergie de collage par la méthode de la lame insérée à l'interface

35

de deux éléments adhérent l'un à l'autre. Pour une même énergie de collage, plus la lame est épaisse, plus l'onde d'ouverture se propage loin par rapport au point d'ouverture à l'interface de collage. De même, plus  
5 l'énergie de collage est forte, moins l'onde de décollement se propage pour une même épaisseur de lame.

Pour appliquer un procédé de séparation tel que décrit dans le document FR-A-2 752 332, il est avantageux que l'énergie de surface soit faible et que  
10 l'élément séparateur soit épais. Ainsi, une onde de décollement peut se propager sur une longueur significative par rapport au diamètre de plaques à séparer.

Cependant, l'usage d'un élément séparateur  
15 épais peut conduire à une fracture de l'une des plaques du fait d'un rayon de courbure trop faible. De plus, il a été démontré que plus l'énergie de collage est importante, plus il faut insérer doucement la lame ou l'élément séparateur au niveau de l'interface pour  
20 éviter le risque de fracture des plaques, la relaxation des contraintes d'ouverture étant rendue possible par une ouverture suffisamment lente.

Par ailleurs, dans le cas d'une structure comportant plusieurs interfaces, l'ouverture peut se  
25 propager d'une interface vers une autre, associée, par exemple, à une énergie de collage plus faible.

Il est connu également que l'énergie de collage entre deux éléments augmente lorsqu'un traitement thermique est appliqué. On peut se référer à  
30 ce sujet à l'article de C. MALEVILLE et al., paru dans la revue Electrochemical Society Proceedings Volume 97-36, pages 46-55. A titre d'exemple, des plaques de silicium dont les surfaces ont été rendues hydrophiles sont collées l'une à l'autre. Une énergie de collage  
35 supérieure à  $1 \text{ J/m}^2$  est obtenue pour des collages

suivis d'un traitement thermique à 1000°C. Ainsi, pour des plaques de silicium de 525  $\mu\text{m}$  d'épaisseur (épaisseur typique de plaques de 100 mm de diamètre), une lame de 600  $\mu\text{m}$  d'épaisseur parvient à provoquer une  
5 ouverture de l'interface de collage sur une longueur de l'ordre de 3 cm ou moins. Cette longueur d'ouverture est insuffisante pour assurer la séparation des plaques. Il est alors nécessaire d'introduire un séparateur plus épais pour propager cette ouverture.  
10 Cela entraîne une diminution de la flexibilité des éléments séparateurs et comporte les risques cités précédemment.

L'insertion d'une lame n'est pas la seule méthode permettant de désolidariser deux éléments  
15 collés l'un à l'autre pour constituer une structure. Le document WO 98/52 216 décrit un procédé de clivage contrôlé d'un substrat par introduction de particules, provenant par exemple d'une source de vapeur d'eau, à partir d'une face de la structure où l'interface aboutit. Cependant, cette technique ne peut être  
20 utilisée que pour cliver des empilements dans lesquels une zone a été au préalable fragilisée, par exemple par implantation ionique. L'interface de décollement ne peut alors correspondre qu'à la zone fragilisée. Le  
25 brevet américain N° 5 863 375 divulgue le décollement de deux plaques collées l'une à l'autre pour constituer une structure. Le décollement est obtenu sous l'effet d'un jet de liquide dirigé selon le plan de l'interface vers une face de la structure où aboutit l'interface.

30 D'autre part, les faces des plaques à décoller peuvent avoir reçu, avant leur collage, un ou plusieurs dépôts de films minces. Dans ce cas, il n'est pas possible d'utiliser l'enseignement du brevet US 5 863 375. En effet, le jet de liquide de  
35 décollement agit aussi sur les films déposés. Comme il

n'y a pas de localisation précise de l'interface de collage, le décollement peut se produire au niveau de l'une des couches déposées si l'énergie d'adhérence d'un film sur sa plaque est inférieure à l'énergie d'adhérence de l'interface de collage entre les deux plaques. Cette technique est de plus très coûteuse au niveau de la consommation du fluide utilisé, une grande quantité de ce fluide n'agissant pas sur l'interface de collage.

Ces techniques connues de décollement au moyen d'un jet de particules ou d'un jet de liquide remplaçant une lame séparatrice révèlent d'autres problèmes. Un premier problème tient à la localisation précise de l'interface d'ouverture. D'autres problèmes sont liés au fait que pour appliquer aisément les techniques d'ouverture il faut que l'interface de collage ne soit pas trop résistante en tenant compte des divers traitements thermiques qui peuvent être pratiqués.

De façon classique, on peut contrôler l'énergie de collage par une préparation des surfaces tendant à modifier leur caractère hydrophile ou leur rugosité. A ce sujet, on peut se reporter, par exemple, au document "influence of surface characteristics on direct wafer bonding" de O. Rayssac et coll., 2<sup>ème</sup> conférence internationale des matériaux pour la microélectronique 14/15 septembre 1998, ION Communications Ltd.

Le document EP-A-0 703 609 divulgue un procédé de transfert d'une couche mince semi-conductrice d'un substrat support sur un substrat cible en utilisant le fait que l'énergie de collage entre la couche et le substrat support est inférieure à l'énergie de collage entre la couche et le substrat cible. Lorsqu'une force d'arrachement et/ou de

cisaillement et/ou torsion est appliquée à la structure, le décollement se fait entre la couche et le substrat support, entraînant ainsi le transfert de la couche.

5 Ce procédé doit, comme précédemment, tenir compte du problème éventuel de résistance de l'interface de collage. De plus, la couche mince est collée sur le substrat support afin de subir un certain nombre de traitements dont, par exemple, un ou  
10 plusieurs dépôts de films minces dont l'énergie d'adhérence peut se révéler plus faible que l'énergie de collage des substrats entre eux. En particulier, des méthodes de séparation basées sur une traction ou un cisaillement ou une torsion, appliquées globalement aux  
15 substrats ne peuvent pas être utilisées.

#### Exposé de l'invention

L'invention a été conçue pour remédier aux  
20 inconvénients rapportés ci-dessus.

A cet effet, l'invention concerne plus précisément un procédé de décollement de deux éléments d'une structure comprenant les deux éléments mis en contact adhérent l'un à l'autre par des faces  
25 d'adhérence respectives et présentant au moins une interface.

Le procédé comporte, avant la mise en contact adhérent, la réalisation d'au moins une cavité, la cavité étant pratiquée dans au moins un des éléments  
30 et débouchant respectivement au niveau de l'interface, de façon à permettre le passage dans la cavité de moyens de séparation. Le procédé comporte en outre, lors du décollement, l'exercice d'une force, de façon localisée au niveau de l'interface, par application  
35 desdites moyens de séparation pour amorcer le

décollement des deux éléments à partir de l'interface et pour le poursuivre, éventuellement, jusqu'à la séparation complète des deux éléments.

Les moyens de séparation peuvent  
5 comprendre, entre autres, des moyens exerçant une action mécanique et/ou une pression de fluide et/ou exerçant une action chimique sur au moins l'une des faces d'adhérence au niveau de l'interface.

Ainsi, la force appliquée à l'interface  
10 doit être comprise comme résultant d'une action mécanique et/ou d'une pression de fluide et/ou d'une action chimique.

Les cavités peuvent être obtenues par gravure. Elles peuvent être réalisées à la périphérie  
15 ou dans une région plus centrale des éléments. En particulier elles peuvent être réparties sur tout ou partie d'une interface d'adhérence entre les éléments, de façon à contrôler la propagation de l'ouverture de décollement. Les cavités peuvent également s'étendre  
20 jusqu'à une interface distincte de celle formée par les faces d'adhérence des éléments, à l'intérieur de l'un des éléments.

Si plusieurs interfaces sont prévues pour les moyens de séparation, les cavités peuvent être  
25 agencées de façon à amorcer le décollement à un endroit déterminé des interfaces.

Lorsque les moyens de séparation comprennent des moyens exerçant une pression de fluide dans la zone d'interface et que ce fluide est liquide,  
30 ces moyens de séparation peuvent comprendre une excitation par micro-ondes ou impulsionnelle du fluide liquide.

Les deux éléments peuvent être mis en adhérence l'un à l'autre avec une énergie d'adhérence  
35 variable en fonction des différentes régions de



l'interface d'adhérence de manière à amorcer le décollement à un endroit déterminé de l'interface.

De plus, les moyens de séparation peuvent être tels que le décollement des deux éléments au niveau d'une interface se produise en un ou plusieurs endroits de façon simultanée ou séquentielle.

L'invention concerne également un dispositif de décollement de deux éléments d'une structure, adhérant l'un à l'autre par des faces d'adhérence dont au moins l'une est pourvue de cavités dans une zone d'interface, de façon à pouvoir soumettre au moins l'une des faces d'adhérence à l'influence d'un fluide et éventuellement à une action mécanique, le dispositif comprenant une enceinte avec au moins une première chambre dite chambre de haute pression apte à recevoir le fluide et une deuxième chambre, dite chambre de basse pression, l'enceinte étant conformée de façon à recevoir les deux éléments adhérents de la structure de telle façon que les cavités communiquent avec la chambre de haute pression.

Ce dispositif peut comporter en outre des moyens formant butée à une déformation jugée excessive de l'un et/ou de l'autre élément de la structure lors de leur décollement.

Avantageusement, l'enceinte peut être équipée d'au moins un joint disposé entre un élément de la structure et la paroi de l'enceinte pour séparer la chambre de haute pression de la chambre de basse pression.

L'invention concerne encore une poignée de transfert d'objets tels que, par exemple, des puces électroniques. La poignée est pourvue d'une face d'adhérence présentant des cavités dans au moins une zone d'interface, sur laquelle les objets peuvent adhérer, la poignée étant en outre pourvue de moyens

d'accès aux zones d'interface afin d'en décoller les objets. Les objets sont de dimension diverses, de quelques micromètres à quelques dizaines de centimètres par exemple.

5 Les moyens d'accès sont, par exemple, des canaux ou tout autre type de dépression ou de perforation pratiqués dans la face d'adhérence.

La poignée peut comprendre une plaque dont une face constitue la face d'adhérence, la plaque étant percée de trous traversants aboutissant aux zones d'interface et constituant lesdits moyens d'accès aux zones d'interface. Les trous traversants peuvent être des trous permettant le passage d'un outil de décollement des objets.

15 Avantageusement, les moyens d'accès aux zones d'interface permettent l'application d'une pression de fluide aux objets.

Un quatrième objectif de l'invention concerne un procédé de transfert localisé d'objets réalisés à la surface d'un premier substrat, et présentant une face d'adhérence, le procédé comprenant les étapes suivantes (dans cet ordre ou dans un ordre différent) :

25 - mise en contact adhérent de la face d'adhérence d'un ou de plusieurs objets avec la face d'adhérence d'une poignée de transfert telle que décrite ci-dessus.

- éventuellement, amincissement du premier substrat à partir de la face libre de ce premier substrat,

30 - mise en contact adhérent d'au moins l'un desdits objets avec un substrat de réception, et

- décollement dudit objet de la poignée grâce aux moyens d'accès à la zone d'interface,

Le procédé peut être complété par la séparation de la poignée de transfert, qui peut comporter des objets non encore transférés, et du substrat de réception qui comporte les objets transférés.

Si les objets ne sont pas séparés les uns des autres, c'est-à-dire détournés avant la mise en contact adhérent avec le substrat de réception, le procédé peut comprendre en outre une étape de détournage des objets de façon à autoriser leur transfert individuel.

#### Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1A représente, en coupe transversale, une première possibilité de réalisation d'un dispositif selon l'invention destiné au décollement de deux éléments adhérent l'un à l'autre,

- les figures 1B et 1C sont des coupes schématiques partielles illustrant des variantes possibles pour la réalisation du dispositif de la figure 1A.

- la figure 2 représente, vu en coupe transversale, une deuxième possibilité de réalisation d'un dispositif selon l'invention destiné au décollement de deux éléments adhérent l'un à l'autre,

- les figures 3A à 3C illustrent le déroulement du procédé de décollement de deux éléments adhérent l'un à l'autre, selon l'invention,

- les figures 4A à 4D illustrent l'application du procédé selon l'invention à l'obtention d'une membrane semi-conductrice dont les faces principales reçoivent des traitements selon les techniques de la micro-électronique,

- les figures 5A à 5F illustrent le transfert d'une puce électronique d'un premier substrat vers un substrat de réception en utilisant le procédé selon la présente invention,

- les figures 6 à 12 illustrent schématiquement différentes possibilités de conformation d'une face d'adhérence d'un élément d'une structure, destinée à un décollement conforme à l'invention,

- la figure 13 est une coupe transversale d'une structure forme de deux éléments et présentant deux zones d'interface pour un décollement conforme à l'invention,

- la figure 14 est une vue de dessus d'une face d'adhérence d'un élément d'une structure particulière destinée à un décollement,

- la figure 15 est une coupe schématique d'une structure incluant l'élément de la figure 14.

## Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

L'invention permet le décollement de deux éléments dont les surfaces d'adhérence peuvent adhérer par des moyens comme, par exemple, les colles (polymères, époxy...) ou le collage par adhérence moléculaire. L'invention s'applique particulièrement bien au cas où ces éléments sont des plaquettes et notamment au cas où l'une des plaquettes est une plaquette semi-conductrice dont les deux faces

principales peuvent recevoir un traitement selon les techniques de la micro-électronique.

L'idée consiste à amener un moyen, notamment un fluide et/ou un outil mécanique, au niveau de l'interface de collage de façon à engendrer une action permettant de décoller tout ou partie des éléments en offrant le choix de pouvoir localiser la zone d'interface à décoller en premier lieu. L'introduction, par exemple, d'un fluide peut se faire, au niveau de l'interface, à l'aide d'une gravure réalisée préalablement au collage dans l'un des éléments ou dans les deux. Des essais ont démontré qu'une telle gravure peut être effectuée sans gêner le collage. Pour permettre l'introduction d'un fluide, cette gravure doit communiquer avec l'extérieur. Elle peut être communicante en périphérie ou au travers de l'un des éléments. Ainsi, le décollement peut être amorcé au voisinage de la zone gravée.

La gravure peut être réalisée pour constituer, par exemple, un réseau de plots, un réseau de cavités traversantes ou non ou avoir une forme en colimaçon ou en anneaux ou encore en secteurs. Ces différentes possibilités sont illustrées par les figures 6 à 12 décrites plus loin.

L'introduction du fluide peut se faire à l'aide d'un adaptateur au niveau de la cavité réalisée par gravure ou bien en plaçant la structure formée des deux éléments collés dans une enceinte remplie du fluide dont la pression est contrôlée.

La figure 1A montre en coupe une première possibilité de réalisation d'un dispositif selon l'invention permettant le décollement de deux éléments. Dans l'exemple de la figure, les éléments sont deux plaquettes circulaires 1 et 2 collées l'une à l'autre selon une interface 3. Le dispositif comporte une

enceinte étanche 4 de forme cylindrique et comportant une paroi inférieure 5 et une paroi supérieure 6. Des joints, par exemple toriques, 7 et 8 sont fixés respectivement sur les parois inférieure 5 et supérieure 6 et viennent en appui sur les faces principales des plaquettes. Le dispositif est dimensionné en fonction de la taille des plaquettes 1 et 2 à décoller. Le dispositif est raccordé latéralement à une conduite 9 d'amenée de fluide sur laquelle est montée une vanne 10.

Lorsque la structure composée des plaquettes 1 et 2 collées entre elles est installée dans le dispositif, l'enceinte 4 est partagée en plusieurs chambres : une chambre 11 dite chambre de haute pression, destinée à recevoir le fluide amené par la conduite 9, et deux chambres 12 et 13 situées respectivement au-dessus et au-dessous de la structure à décoller et appelées chambres de basse pression.

La pression que doit exercer le fluide pour engendrer le décollement dépend de l'énergie d'adhérence entre les plaquettes. Dans le cas d'une adhérence moléculaire, celle-ci est fixée en particulier par la préparation des surfaces avant collage ainsi que par le ou les traitements thermiques subis par la structure. Pour rester dans la limite de déformation élastique et ne pas déformer irrémédiablement les plaquettes, il est possible d'adapter la distance entre la structure collée et la surface intérieure de l'enceinte située en vis-à-vis des plaquettes. Des butées 14 et 15 fixées sur la surface intérieure de l'enceinte permettent de limiter les déformations induites dans les plaquettes et peuvent favoriser le décollement. La distance initiale entre butée et plaquette correspondante dépend

notamment de l'épaisseur de la plaquette et de sa nature.

La figure 1A montre que la plaquette 2 comporte une gravure périphérique 16 permettant au fluide de parvenir sur une zone d'interface 17.

Les références 18, 19 désignent des conduites respectivement en communication avec les chambres de basse pression 12, 13 qui peuvent être prévues pour contrôler la pression d'un fluide se trouvant dans ces chambres. Les conduites 18, 19 peuvent être de simples événements, susceptibles d'être mis en communication, par exemple avec la pression atmosphérique. Elles peuvent aussi être reliées à des moyens pour ajuster la pression d'un fluide, par exemple un gaz situé dans les chambres de basse pression, de façon à contrôler avec précision le décollement. La pression du fluide dans les chambres de basse pression est cependant maintenue à une valeur plus faible que la pression du fluide appliqué à la chambre de haute pression, pour autoriser le décollement.

La figure 1B montre, de façon partielle et à plus grande échelle, une autre possibilité de réalisation du dispositif de décollement constituant une variante par rapport à la figure 1A. Les parties identiques, similaires ou correspondantes à celle de la figure 1 sont repérées avec les mêmes références numériques et leur exposé n'est pas repris ici.

On observe sur la figure 1B que les joints, par exemple toriques, 7 et 8 ne sont plus fixés sur les parois supérieure et inférieure du dispositif mais sur les parois latérales qui sont en regard des tranches des plaquettes.

Les joints 7 et 8 viennent respectivement en appui sur les tranches des plaquettes à une distance

suffisante de l'interface de collage pour ne pas entraver l'accès du fluide sous pression vers la gravure périphérique 16 et donc à la zone d'interface 17.

5 L'action du fluide sur les faces d'adhérence dans la zone d'interface est indiquée par des flèches. Des flèches indiquent également le décollement des plaquettes repoussées vers les chambres 12, 13 de basse pression.

10 La figure 1C montre, également de façon partielle et à plus grande échelle, encore une autre possibilité de réalisation du dispositif de décollement, constituant une variante par rapport aux figures 1A et 1B. Les parties identiques ou similaires  
15 à celles des figures précédentes sont toujours indiquées avec les mêmes références.

On observe sur la figure 1C que les joints toriques ont été éliminés et remplacés par un joint à lèvres J. Le joint J assure l'étanchéité entre la paroi  
20 latérale du dispositif et les première et deuxième plaquettes. Il assure donc également l'étanchéité entre la chambre de haute pression 11 et les chambres de basse pression 12, 13.

Un passage P pratiqué dans le joint J  
25 permet au fluide sous pression d'accéder à la zone d'interface 17 des plaquettes 1, 2.

La figure 2 montre encore une autre possibilité de réalisation d'un dispositif selon l'invention permettant le décollement de deux  
30 plaquettes circulaires 21 et 22 collées l'une à l'autre selon une interface 23. Une conduite 29 d'amenée de fluide est connectée différemment de celle de la figure 1A. Elle débouche au centre de la paroi inférieure 25 de l'enceinte 24. Cette disposition partage l'enceinte  
35 24 en une chambre de haute pression 35 et en deux



chambres de basse pression : la chambre 31 et la chambre 32 et dans laquelle peut se déformer la plaquette 21.

La figure 2 montre que la plaquette 22 possède un trou central traversant 26 permettant au fluide de parvenir sur une zone d'interface 37. Le trou central peut être remplacé et/ou complété par d'autres trous traversant la plaquette (avec des diamètres identiques ou différents).

Les figures 3A à 3C illustrent un exemple du déroulement du procédé de décollement des plaquettes 1 et 2 de la figure 1. Au début de l'opération, le fluide est introduit et commence à exercer son action sur les parois de la cavité 16 et de la zone d'interface 17 comme le montrent les flèches sur la figure 3A. La figure 3B montre un exemple d'amorce du décollement entre les plaquettes 1 et 2 sous l'action de la pression de fluide et le rôle des butées 14, 15. La plaquette 1 dans cet exemple se déforme plus que la plaquette 2. Cet exemple se produit dans le cas d'une plaquette plus fine que l'autre. Ainsi, dans le cas d'applications en électronique de puissance, on peut, grâce à l'invention, réaliser et manipuler des membranes de quelques dizaines de micromètres. La figure 3C montre les plaquettes 1 et 2 totalement séparées.

Dans les cas représentés sur les figures 1 et 2, les plaquettes 1 et 21 sont par exemple des éléments ou membranes où des circuits peuvent être élaborés tandis que les plaquettes 2 et 22 sont des éléments réservés à l'opération de décollement. Les plaquettes 2 et 22 peuvent être désignées sous l'appellation de poignées de transfert. Ces poignées sont facilement réutilisables.

L'intérêt de situer la gravure dans la plaquette servant de poignée est que, en plus de localiser le décollement de la structure dans le plan horizontal, ceci permet de localiser l'interface dans le plan vertical de la structure. En effet, comme  
5 indiqué plus haut dans l'état de la technique antérieure, si des couches ont été déposées avant le collage des plaquettes (voir les couches figurées en traits mixtes sur la figure 1) et si ces couches ont  
10 une adhérence plus faible que l'interface de collage, seule cette localisation verticale permettra le décollement au niveau de l'interface de collage.

Pour accroître l'efficacité du fluide, il peut être intéressant, qu'en plus de l'action de  
15 pression, ce fluide puisse exercer une action chimique au niveau de l'interface, facilitant ainsi le décollement. Pour une interface à base d'oxyde de silicium, on peut utiliser une solution formée de HF dilué dans de l'eau pour contrôler la vitesse de  
20 gravure. Si une face à décoller doit être préservée (face traitée par les techniques de la micro-électronique par exemple), la partie à préserver peut être protégée par une couche d'arrêt (par exemple du silicium polycristallin) sur lequel l'oxyde d'interface  
25 est déposé ou formé.

En outre, dans le cas d'un fluide liquide, le décollement peut être facilité, par exemple, par l'usage d'une excitation de type micro-ondes, impuls ionnelle, etc...

Il peut être avantageux de préparer l'une des faces d'adhérence d'au moins l'une des plaquettes, en partie ou dans sa totalité, pour que l'énergie de collage qui en résulte présente des variations dans le plan de l'interface de collage. On peut, par exemple,  
35 définir une zone centrale de l'interface où l'adhérence

sera plus forte qu'en périphérie. Cette différence d'énergie sera mise à profit pour induire le décollement ultérieur en localisant l'amorce du décollement en périphérie de la structure. De façon plus générale, cette technique peut être avantageusement utilisée pour générer des zones localisées où l'énergie de collage est différente de l'énergie de collage des autres zones.

Les figures 4A à 4D illustrent l'obtention d'une membrane, par exemple en matériau semi-conducteur, dont les faces principales sont traitées selon les techniques de la micro-électronique. L'objectif est d'obtenir une membrane d'environ, par exemple, 100  $\mu\text{m}$  d'épaisseur, traitée sur ses deux faces à partir d'une plaquette de silicium standard de 4 pouces et de 525  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Cette plaquette va devoir subir différentes opérations, par exemple des recuits thermiques (typiquement à 1100°C), des traitements mécaniques (polissage, rectification), des traitements chimiques (gravure sèche ou humide), des dépôts (oxydes ou métaux), des implantations.

Ces différentes opérations impliquent des manipulations de la membrane, ce qui est problématique lorsque son épaisseur est de l'ordre de 100  $\mu\text{m}$  ou moins. L'invention permet de remédier à ce problème.

La figure 4A montre une plaquette de silicium 40 destinée à fournir une membrane. La plaquette est représentée avec l'une de ses faces principales, la face 41, qui a déjà subi des traitements selon les techniques de la micro-électronique et qui a reçu, par exemple, une couche d'oxyde d'encapsulation. La couche d'oxyde est éventuellement polie pour présenter une surface plane.

La figure 4B montre la plaquette 40 (en position retournée par rapport à la figure 4A) mise en

contact par sa face 41 avec la face 48 d'une plaquette 49. La plaquette 49 est avantageusement une plaquette de silicium oxydé. On peut ainsi obtenir un collage par adhérence moléculaire hydrophile  $\text{SiO}_2/\text{SiO}_2$ . L'énergie du collage peut être contrôlée en agissant sur le caractère plus ou moins hydrophile ou plus ou moins rugueux des surfaces. Il est alors possible de réaliser des opérations selon les techniques de la micro-électronique à partir de l'autre face principale, la face 42, de la plaquette 40 en toute sécurité d'un point de vue mécanique pour obtenir finalement une membrane traitée sur ses deux faces.

Comme indiqué ci-dessus, pour obtenir l'adhérence moléculaire désirée, on peut jouer sur le caractère hydrophile et/ou sur la rugosité selon des techniques classiques. En combinant les deux méthodes, on peut obtenir, après recuit à  $1100^\circ\text{C}$ , une énergie de collage de l'ordre de  $500 \text{ mJ/m}^2$  pour une structure  $\text{SiO}_2/\text{SiO}_2$  dont les rugosités de surface sont typiquement de  $0,6 \text{ nm RMS}$  (valeur quadratique moyenne). Cette valeur est largement inférieure à celle ( $2 \text{ J/m}^2$ ) obtenue pour un collage de plaquettes dont la rugosité de surface est de l'ordre de  $0,2 \text{ nm}$ . Avec cette valeur d'énergie de collage, le procédé de l'invention permet de décoller la plaquette 40 de la plaquette 49 et d'obtenir finalement une fine membrane ayant subi au moins un traitement sur au moins l'une de ses faces avec un risque minimal de détérioration.

A titre d'exemple encore, cette technique peut être avantageusement utilisée pour générer des zones localisées dont l'énergie de collage est différente de l'énergie de collage du reste de la structure. La variation d'énergie de collage, en différentes zones, pourra être obtenue par une technique utilisant un masquage partiel d'au moins une

des surfaces en contact dans le collage. Par exemple, il est possible de générer des rugosités de surface différentes dans les zones masquées et non masquées par une attaque chimique, une gravure sèche, une  
5 implantation ionique...

Avantageusement, la rugosité peut être contrôlée de façon à induire l'énergie de collage la plus faible dans la (les) zone(s) choisie(s) pour l'amorce du décollement.

10 La plaquette 49 (voir la figure 4B) présente une partie gravée 47 formant un exemple de cavité de type encoche, ce qui donne accès à une zone d'interface 43 sur laquelle peut s'exercer une pression de fluide.

15 La figure 4C montre la structure obtenue successivement par rectification et éventuellement polissage de la plaquette 40 afin de transformer cette plaquette en membrane 44.

20 La face libre 45 de la membrane 44 peut alors être traitée par les techniques de la micro-électronique. On obtient une membrane traitée sur ses deux faces (voir la figure 4D), qui sera décollée de la plaquette 49 conformément à l'invention.

25 Dans les traitements envisageables on peut faire des dépôts de couches, des gravures, voire même reporter une autre structure sur la membrane notamment pour la rigidifier.

Pour certaines applications, par exemple, en opto-électronique, il apparaît intéressant de  
30 pouvoir associer une puce ou un composant opto-électronique réalisé par exemple sur un matériau III-V avec un circuit électronique par exemple réalisé sur du silicium. Dans ce cas, pour réaliser un tel objet, une voie consiste à venir reporter la puce en matériau  
35 III-V sur une plaquette entière contenant les circuits.

Le report sur une plaquette entière permet la réalisation d'étapes technologiques postérieures au report. A titre d'exemple, on peut citer, parmi les opérations postérieures au report, celles permettant de  
5 réaliser les contacts entre par exemple la puce et le circuit. L'invention permet le transfert de puces électroniques sur des plaquettes entières. Elle offre l'avantage de permettre l'amincissement des puces.

Les figures 5A à 5F illustrent le transfert  
10 d'une puce électronique d'un premier substrat vers un substrat de réception.

La figure 5A montre une plaquette 50 dont l'une des faces principales, la face 51, a été traitée pour réaliser des puces 52 individualisées. Les puces  
15 peuvent être, par exemple, des composants électroniques ou opto-électroniques. Le matériau de la plaquette 50 peut être du type III-V ou du GaAs. La surface des puces peut être de l'ordre de  $250\text{ }\mu\text{m} \times 250\text{ }\mu\text{m}$ .

La figure 5B montre la solidarisation de la  
20 plaquette 50, côté puces, avec une plaquette poignée 53. La solidarisation peut être réalisée par une mise en contact des deux plaquettes avec un collage par adhérence moléculaire ou à l'aide d'une couche intermédiaire de colle ou de résine. La solidarisation  
25 est réalisée avec une énergie de collage contrôlée. Par exemple, dans le cas d'un collage moléculaire, cette énergie peut être choisie par le contrôle de la rugosité de surface et/ou de l'hydrophilie et/ou du pourcentage de la surface en contact.

Dans le cas où l'on veut transférer des  
30 puces, la plaquette poignée 53 est réalisée de telle sorte que des trous 54 la traversent pour autoriser la communication entre les deux faces principales de la poignée 53 collée aux puces. La taille et le pas des  
35 trous sont adaptés à la taille et au pas des puces.

Dans cet exemple, le pas des puces est de l'ordre de 250  $\mu\text{m}$ . Le diamètre des trous doit être adapté au pas et à la technique de décollement. Dans le cas de l'utilisation d'un outil, par exemple, du genre pointeau, il exerce une action mécanique. Dans le cas de l'utilisation d'un fluide de décollement, la dimension des trous peut être très faible, inférieure ou égale à la dimension des puces. Dans le cas où les puces sont plus grandes, par exemple 500  $\mu\text{m}$  x 500  $\mu\text{m}$ , la dimension du trou peut être par exemple de 200  $\mu\text{m}$ . L'utilisation d'un pointeau est alors facilitée. Suivant la dimension de l'élément à transférer, un ou plusieurs pointeaux peuvent être utilisés. L'extrémité du pointeau peut être pointue, plate ou conique. Le pointeau peut être par ailleurs percé en son extrémité, par exemple pour amener le fluide. Une combinaison du fluide et de l'outil peut être avantageusement envisagée.

La figure 5C représente la structure obtenue après amincissement de la plaquette 50 jusqu'à l'épaisseur désirée et séparation des puces 52 entre elles. Si des composants opto-électroniques sont réalisés sur une couche de GaAs, ils peuvent avoir une épaisseur de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$ . La séparation des puces entre elles peut être réalisée par gravure ou plus simplement à l'aide d'une scie de découpe.

La structure amincie est mise en contact avec une plaquette de réception 55 (voir la figure 5D).

Comme indiqué par une flèche sur la figure 5E, une puce 52 par exemple peut être décollée de la plaquette poignée 53 par l'intermédiaire d'un outil et/ou d'un fluide de transfert.

L'emplacement de la puce 52 à transférer ayant été préparé sur la face 56 de la plaquette de réception 55, l'écartement des plaquettes 53 et 55

laisse la puce décollée de la plaquette 53 sur la plaquette 55 tandis que les autres puces restent sur la plaquette 53.

5 Ce procédé trouve également un intérêt pour le transfert de circuits minces pour les applications cartes à puces ou "tickets jetables".

La présente invention présente de nombreux avantages. Tout d'abord, elle peut permettre de travailler sur les deux faces d'une plaquette, par exemple de silicium, sans risque de détérioration. Il est ainsi possible de traiter une première face d'une plaquette en protégeant la deuxième face, par adhérence à un support. Ensuite, la face traitée peut être elle même protégée par adhérence à un autre support pendant que l'autre face, après décollement, est traitée à son tour. Cette invention peut aussi faciliter l'utilisation de plaques fines, également appelée membranes (inférieures à 300  $\mu\text{m}$  d'épaisseur pour un diamètre de 100 mm). On rencontre, par exemple, de plus en plus ce type de plaques dans des applications de micro-électronique, comme par exemple en électronique de puissance. L'avantage de ce genre de plaques est de pouvoir y réaliser des structures en limitant, du fait de leur faible épaisseur, les problèmes d'échauffement thermiques ou de courant de fuite lors de l'utilisation. En contrepartie, ces plaques sont le lieu de fortes contraintes, lors de l'utilisation, à cause des traitements thermiques qu'elles subissent et de leur faible épaisseur. Il est, par exemple, très risqué de passer ce genre de plaques dans des fours car elles ont tendance à se déformer et même dans les cas extrêmes à se casser du fait de la température de procédé et des contraintes générées par les traitements thermiques. De plus, ces plaques ne sont pas toujours compatibles avec les équipements utilisés en micro-



électronique, car ceux-ci sont souvent étalonnés pour recevoir des plaques d'épaisseur standard (par exemple 525µm pour des plaques de silicium d'un diamètre de 100 mm). Enfin, le transport et la manipulation de ce type de plaquettes très minces doivent être limités car les risques de cassure sont bien plus grands que pour des plaquettes standard. Pour remédier à ces problèmes, l'adhérence d'une plaquette fine à une plaquette support permet la rigidification de la plaquette fine pour lui conférer les propriétés mécaniques d'une plaquette épaisse pendant les différentes étapes de traitement. La dissociation des plaquettes peut intervenir en cours ou en fin de procédé.

Toutes les méthodes décrites ci-dessus peuvent s'appliquer aussi bien pour le décollement d'éléments de grandes dimensions (par exemple des plaquettes entières de plusieurs centimètres de diamètre) que pour le décollement d'éléments de petites dimensions (par exemple de plusieurs dizaines de micromètres de large).

Les figures 6 à 12 décrites ci-après représentent de façon très schématique différents exemples de possibilités de réalisation des éléments d'une structure, conçus pour un décollement conforme à l'invention. Ces éléments sont par exemple des poignées telles que décrites précédemment. Sur toutes ces figures, des références identiques désignent des parties identiques ou similaires.

Il convient de préciser que les exemples illustrés par les figures 6 à 12 ne sont pas exhaustifs et que les différentes possibilités de réalisation de cavités que montrent ces figures peuvent être combinées entre elles.

La référence 100 désigne de façon générale le corps de l'élément ou poignée qui, dans les exemples

illustrés, se représente comme une plaquette circulaire. On définit également une face 102 de l'élément qui correspond à la face d'adhérence, destinée à être mise en contact adhérent avec un autre élément conjugué pour former une structure. C'est aussi  
5 selon le plan de la face d'adhérence 102 que les deux éléments de la structure doivent être séparés ultérieurement.

La figure 6 montre un premier exemple où  
10 des cavités 104a se présentent comme des trous traversant de part en part l'élément 100 pour relier la face d'adhérence à une face opposée. Les trous peuvent présenter différents diamètres et différentes formes. Ils définissent sur la face d'adhérence une zone  
15 d'interface permettant un décollement localisé préférentiel. On observe par ailleurs que les trous sont pratiqués dans une région plus ou moins centrale de l'élément.

L'utilisation d'un élément 200 conforme à  
20 la figure 6 a été illustrée précédemment en référence à la figure 2.

La figure 7 montre un élément 100 présentant une unique cavité 104b, non traversante, sous la forme d'une encoche pratiquée à la périphérie  
25 de l'élément. La cavité 104b correspond à l'encoche 16 de la plaquette 2 représentée sur les figures 1A à 1C.

La figure 8 montre un élément 100 avec une face d'adhérence dans laquelle de larges canaux 104c sont gravés de façon à entourer et délimiter des îlots  
30 108. Les canaux 104c permettent l'application d'un fluide sous pression, mais constituent également des cavités au sens de l'invention.

La figure 9 montre un élément 100 avec une face d'adhérence 102 dans laquelle une pluralité de  
35 cavités 104d non traversantes sont pratiquées pour

former un réseau de cavités. Les cavités sont reliées entre elles par des canaux 104e qui débouchent à la périphérie de l'élément 100. Les canaux 104e constituent également des moyens d'accès à la zone d'interface comportant les cavités 104d.

La figure 10 montre un élément 100 dont la face d'adhérence 102 est divisée en secteurs par des canaux 104e s'étendant selon des rayons. Les secteurs peuvent eux-mêmes être parcourus par des canaux 104f selon un motif d'entretroisement.

Selon une variante, représentée à la figure 11, des canaux peuvent aussi se présenter comme des canaux circulaires concentriques 104g, communiquant par un canal radial 104h.

Selon encore une autre possibilité, représentée à la figure 12, un canal circulaire en colimaçon 104i peut s'étendre depuis le centre jusqu'à la périphérie de la face d'adhérence 102.

Les canaux 104e, 104f, 104g, 104h et 104i des figures 10 à 12 permettent l'accès d'un fluide et/ou d'un outil de décollement mais constituent également des cavités au sens de l'invention. Ils définissent donc des zones d'interface permettant un décollement localisé privilégié.

La zone d'interface est déterminée de façon générale par l'emplacement et/ou la répartition des canaux sur la face d'adhérence de l'élément.

Cette répartition permet également de contrôler précisément l'adhérence de l'élément avec un élément conjugué et leur décollement ultérieur. Une zone avec une forte densité de canaux permet en effet un décollement plus aisé qu'une zone avec une plus faible densité de canaux.

A titre d'exemple, pour un canal en colimaçon, tel que représenté à la figure 12, la

facilité de décollement dépend de l'écartement entre les spires. Le décollement aura donc tendance à s'amorcer au centre de l'élément et se propager de façon sensiblement concentrique vers la périphérie.

5 Ceci est le cas également avec les exemples des figures 10 et 11.

La figure 13 montre une structure 200 formée d'un premier élément 201 et d'un deuxième élément 202.

10 Les deux éléments sont rendus solidaires par leurs faces d'adhérence qui définissent ainsi une première interface 217.

Le premier élément 201 a subi une implantation ionique pour y former, à faible  
15 profondeur, une zone fragilisée qui forme une deuxième interface 227, au sens de l'invention.

La zone fragilisée s'étend de façon sensiblement parallèle à la surface du premier élément, c'est-à-dire de façon sensiblement parallèle à sa face  
20 d'adhérence, de façon à y délimiter une couche mince superficielle 206.

Des cavités débouchantes 204 sont gravées dans le premier élément et s'étendent à travers la couche mince superficielle 206 pour déboucher au niveau  
25 de la deuxième interface 227.

Dans l'exemple de la figure 13, la force de liaison s'exerçant entre le premier et le deuxième éléments, c'est-à-dire entre leurs faces d'adhérence, est supérieure à la force de liaison de la deuxième  
30 interface 227. La force de liaison de la deuxième interface est comprise ici comme la force devant être vaincue pour provoquer le décollement selon la zone fragilisée.

Lorsqu'un fluide est appliqué à travers les  
35 cavités 204, la structure de la figure 13 subira un

décollement, et plus précisément une séparation selon la deuxième interface.

La figure 14 montre une face d'adhérence d'un élément 301 d'une structure 300. Celle-ci est  
5 prévue pour le transfert sélectif de différentes parties 310 de cet élément 300.

Les parties repérées avec la référence 310 sont entourées de cavités 304 qui sont cloisonnées par des parois 305 du premier élément.

10 Les cavités permettent de délimiter latéralement les différentes parties 310 et s'étendent jusque sur une interface enterrée, sous la forme d'une zone fragilisée telle que décrite précédemment.

La figure 15 montre en coupe l'élément 301,  
15 solidaire d'un deuxième élément 302 sur lequel les parties 310 doivent être reportées.

On peut observer que des accès de fluide 314 permettent d'alimenter sélectivement les cavités 304 du premier élément, qui entourent certaines parties  
20 310. Ceci permet de provoquer leur séparation selon la deuxième interface 327 pour leur transfert sélectif sur le deuxième élément 302

A cet effet, il convient de préciser que seulement certaines parties 310 peuvent être rendues  
25 solidaires du deuxième élément 302 au niveau de la première interface 317.

Dans ce cas encore, les forces d'adhérence au niveau de la première interface 317 sont supérieures à celles au niveau de la deuxième interface 327, c'est-  
30 à-dire supérieures aux forces qu'il faut vaincre pour détacher les parties 310 de l'élément 301.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de décollement de deux éléments  
(1, 2) d'une structure comprenant les deux éléments mis  
en contact adhérent l'un à l'autre par des faces  
5 d'adhérence respectives et présentant au moins une  
interface (17, 217, 227, 317, 327),

le procédé comportant, avant la mise en  
contact adhérent, la réalisation d'au moins une cavité,  
la cavité étant pratiquée dans au moins un des éléments  
10 et débouchant respectivement au niveau de l'interface,  
de façon à permettre le passage dans la cavité de  
moyens de séparation, le procédé comportant en outre  
lors du décollement l'exercice d'une force, de façon  
localisée au niveau de ladite interface (17), par  
15 application, desdits moyens de séparation, pour amorcer  
le décollement des deux éléments à partir de  
l'interface et pour le poursuivre, éventuellement,  
jusqu'à la séparation complète des deux éléments.

2. Procédé selon la revendication 1, dans  
20 lequel on provoque le décollement des éléments à partir  
d'une ou plusieurs interfaces, de façon simultanée ou  
séquentielle.

3. Procédé de décollement selon la  
revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de  
séparation comprennent des moyens exerçant une action  
25 mécanique au niveau de l'interface.

4. Procédé de décollement selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
que les moyens de séparation comprennent des moyens  
30 exerçant une pression de fluide au niveau de  
l'interface.

5. Procédé de décollement selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
que les moyens de séparation comprennent des moyens

exerçant une action chimique sur au moins l'un des éléments au niveau de l'interface.

5 6. Procédé de décollement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les cavités sont obtenues par gravure.

7. Procédé de décollement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les faces d'adhérence définissent au moins une desdites zones d'interface et dans lequel les cavités (16) sont  
10 réalisées à la périphérie d'au moins un élément, au niveau des faces d'adhérence.

8. Procédé de décollement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les cavités (26) sont réalisées dans une région  
15 intérieure d'au moins un élément, au niveau de l'interface.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'au moins une cavité traverse au moins un élément de part en part.

20 10. Procédé de décollement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, plusieurs zones d'interface étant prévues, celles-ci sont agencées de façon à amorcer le décollement à des endroits déterminés de l'interface.

25 11. Procédé de décollement selon la revendication 3, caractérisé en ce que, le fluide étant un fluide liquide, les moyens de séparation comprennent une excitation par micro-ondes du fluide liquide.

30 12. Procédé de décollement selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux éléments adhèrent l'un à l'autre avec une énergie d'adhérence différente dans des différentes régions d'une interface d'adhérence entre les éléments, de manière à amorcer le décollement à un endroit déterminé  
35 de l'interface d'adhérence.

13. Procédé de décollement selon la revendication 1, pour le décollement de deux éléments d'une structure présentant au moins une première interface formée au niveau des faces d'adhérence des deux éléments, et une au moins deuxième interface formée dans au moins l'un des éléments, dans lequel on provoque une séparation de la structure selon l'une des première et deuxième interfaces.

14. Procédé selon la revendication 13, pour le décollement d'une structure présentant une énergie de liaison au niveau de la deuxième interface inférieure à une énergie de liaison au niveau de la première interface, dans lequel on provoque une séparation de la structure selon la deuxième interface.

15. Procédé selon la revendication 13, dans lequel, avant la mise en contact des deux éléments, on forme dans au moins l'un des deux éléments une zone fragilisée formant ladite deuxième interface.

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on forme la zone fragilisée selon une technique d'implantation ou selon une technique d'adhérence de couches.

17. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on forme la zone fragilisée à faible profondeur dans l'un des éléments de sorte que la deuxième interface délimite une couche mince dans ledit élément.

18. Dispositif de décollement de deux éléments d'une structure, adhérant l'un à l'autre par des faces d'adhérence dont au moins l'une est pourvue de cavités dans une zone d'interface de façon à pouvoir soumettre au moins l'une des faces d'adhérence à l'influence d'un fluide et éventuellement à une action mécanique, le dispositif comprenant une enceinte avec au moins une première chambre (11, 35), dite chambre de haute pression, apte à recevoir le fluide et au moins



une deuxième chambre (12, 13, 31, 32), dite chambre de basse pression, l'enceinte étant conformée de façon à recevoir les deux éléments adhérents de telle façon que les cavités communiquent avec la chambre de haute pression.

19. Dispositif de décollement selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens formant butée (14, 15 ; 34) à une déformation jugée excessive de l'un et/ou de l'autre élément de la structure lors de leur décollement.

20. Dispositif de décollement selon l'une des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que les moyens de maintien de la structure comprennent au moins un joint (7, 8 ; 27, 28) disposé entre un élément de la structure et une paroi de l'enceinte (4, 24).

21. Dispositif de décollement selon la revendication 20, dans lequel au moins un joint est disposé entre une face principale d'au moins un élément sous forme de plaquette et une paroi de l'enceinte en regard de la face principale.

22. Dispositif de décollement selon la revendication 20, dans lequel au moins un joint est disposé entre la tranche d'au moins un élément sous forme de plaquette et une paroi de l'enceinte en regard de la tranche.

23. Poignée de transfert d'objets caractérisée en ce qu'elle est pourvue d'une face d'adhérence présentant des cavités dans au moins des zones d'interface, et sur laquelle les objets peuvent adhérer, et en ce qu'elle est en outre pourvue de moyens d'accès aux zones d'interface afin d'en décoller les objets.

24. Poignée de transfert selon la revendication 23, caractérisée en ce qu'elle comprend une plaque dont une face constitue la face d'adhérence,

la plaque étant percée de trous traversants (54) aboutissant aux zones d'interface et constituant lesdits moyens d'accès aux zones d'interface.

25. Poignée de transfert selon la revendication 24, caractérisée en ce que les trous traversants (54) sont des trous permettant le passage d'un outil de décollement des objets.

26. Poignée de transfert selon l'une quelconque des revendications 23 à 25, caractérisée en ce que les moyens d'accès aux zones d'interface sont des canaux d'application d'un fluide sous pression (104c, 140e, 140f, 104g, 104h, 104i).

27. Poignée de transfert selon la revendication 26, comprenant des canaux d'application d'un fluide pratiqués dans la face d'adhérence et conformés selon un motif en cercles concentriques, un motif en colimaçon, un motif radial, ou un motif d'entretroisement entre des secteurs de la face d'adhérence.

28. Poignée de transfert selon la revendication 26, dans laquelle les canaux constituent des cavités et/ou relient des cavités (104d) pratiquées dans la face d'adhérence.

29. Procédé de transfert d'objets réalisés à la surface d'un premier substrat (50), les objets étant pourvus d'une face d'adhérence, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- mise en contact adhérent de la face d'adhérence (51) d'un ou de plusieurs objets (52) avec la face d'adhérence d'une poignée de transfert (53) selon l'une quelconque des revendications 18 à 21,

- éventuellement, amincissement du premier substrat (50) à partir de la face libre de ce premier substrat,

- mise en contact adhérent d'au moins l'un desdits objets (52) avec un substrat de réception (55),
- décollement dudit objet de la poignée.

1 / 8

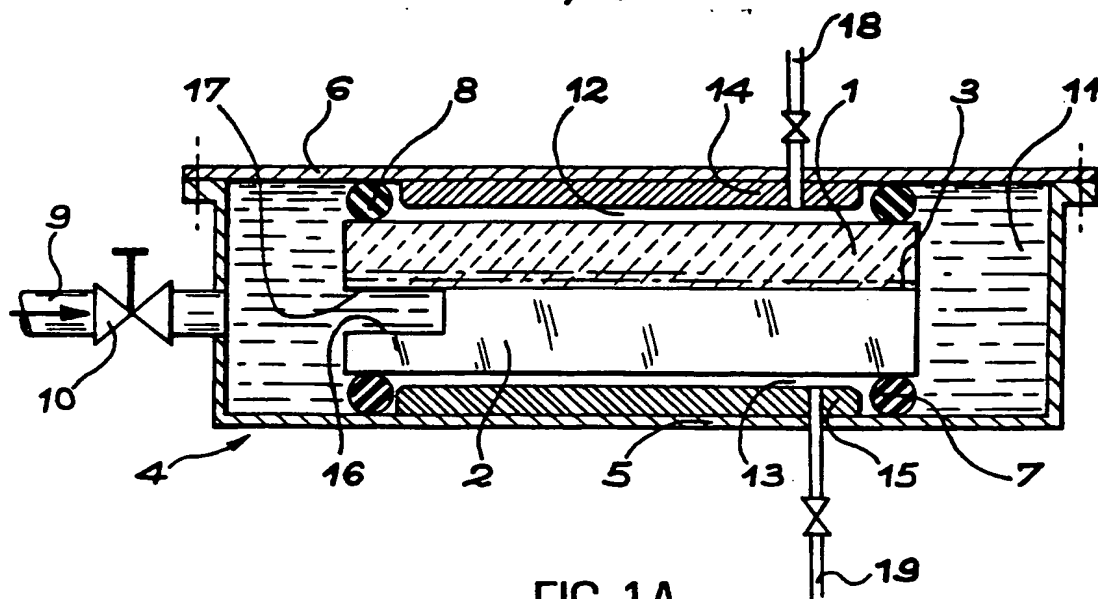


FIG. 1A

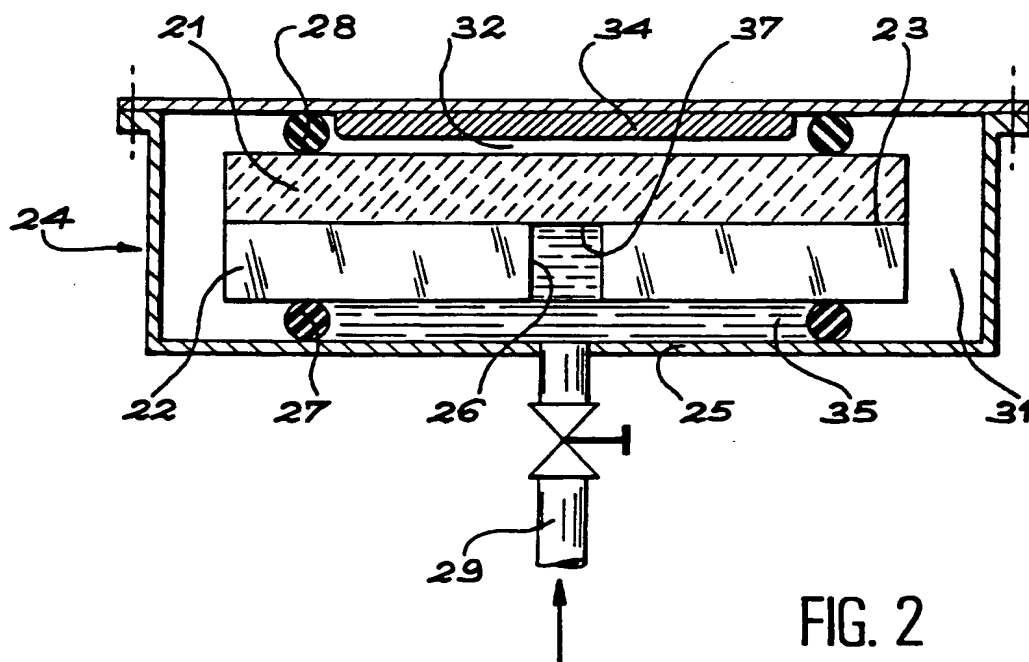


FIG. 2

2 / 8

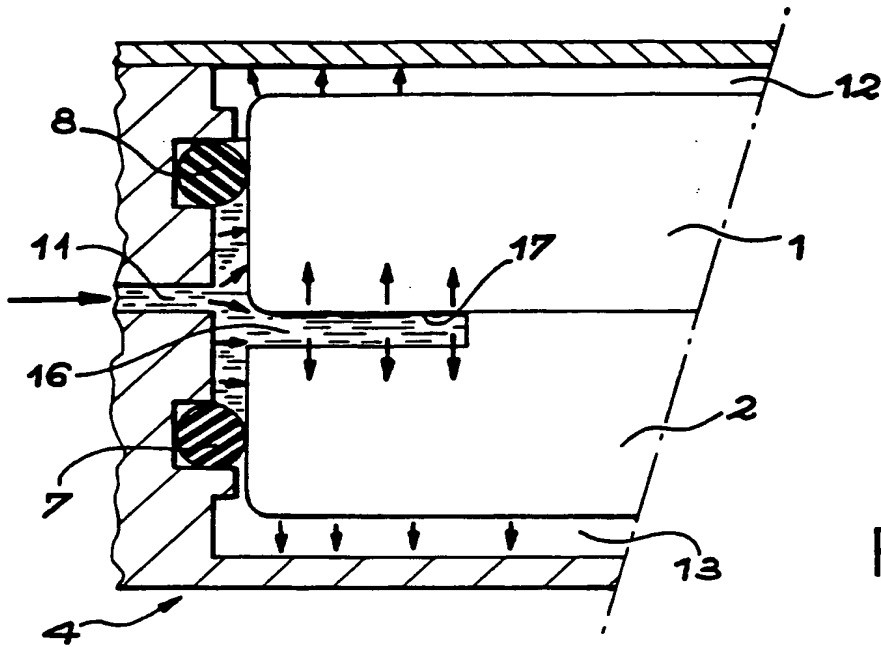


FIG. 1B

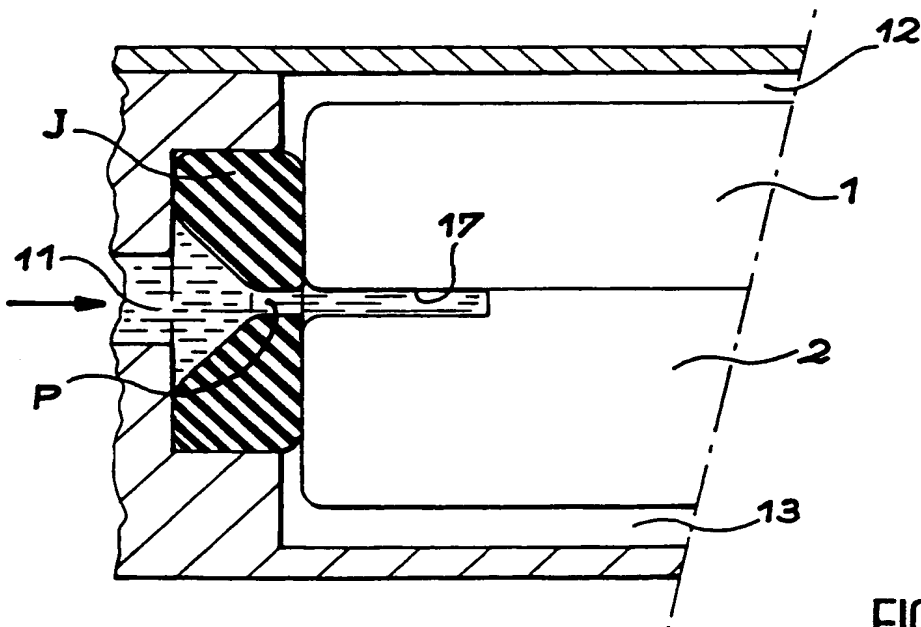


FIG. 1C

3/8

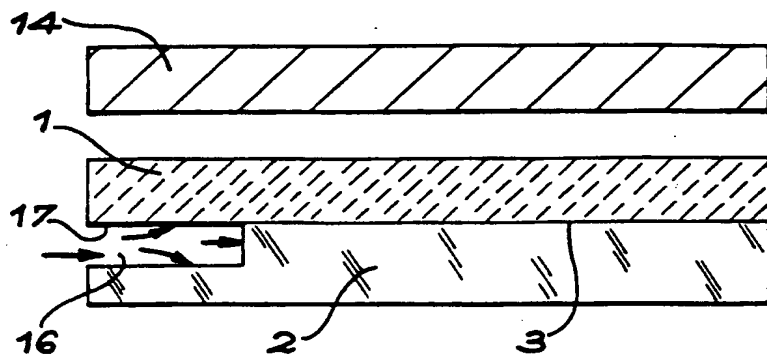


FIG. 3A

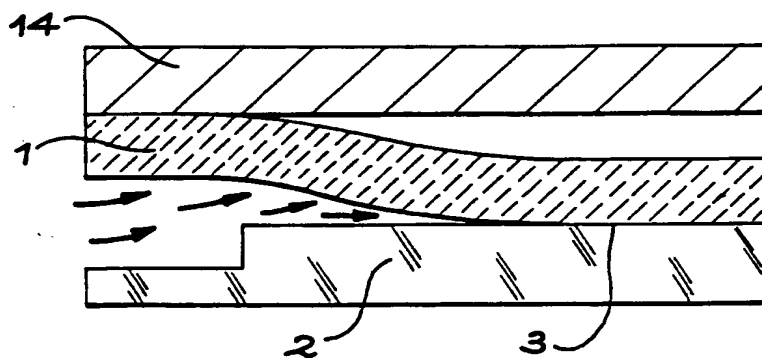


FIG. 3B

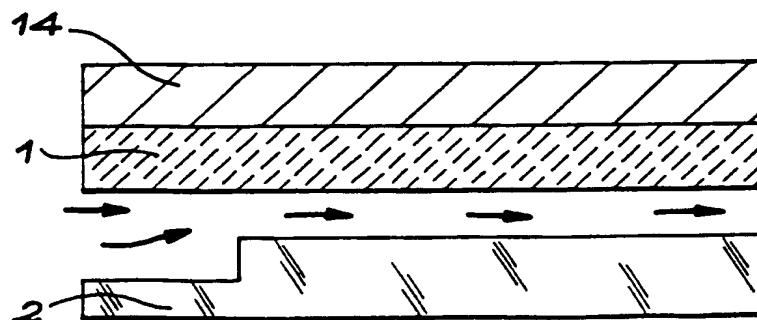


FIG. 3C

4/8

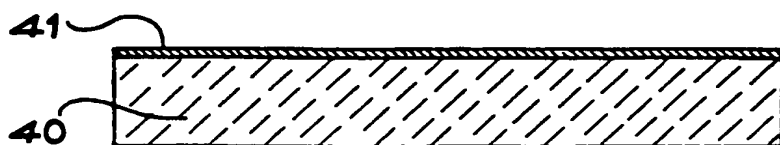


FIG. 4 A

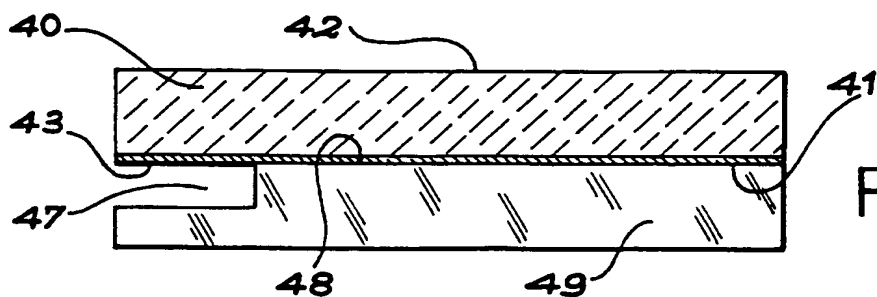


FIG. 4 B

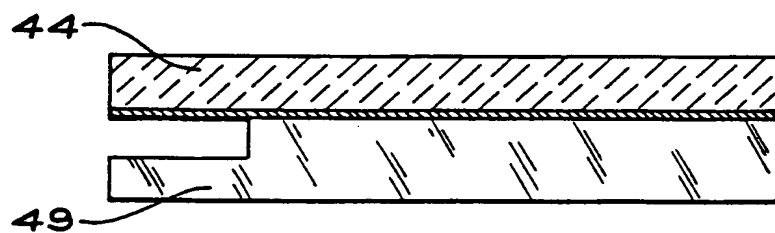


FIG. 4 C

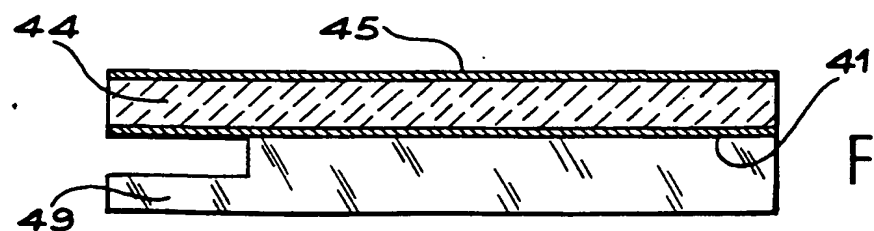


FIG. 4 D

5/8

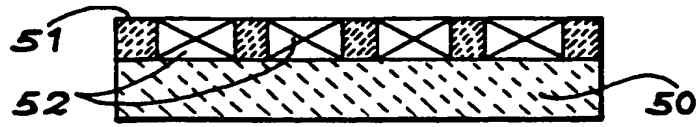


FIG. 5 A

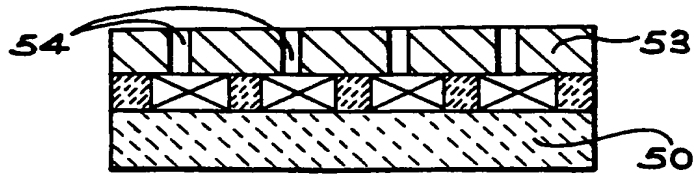


FIG. 5 B

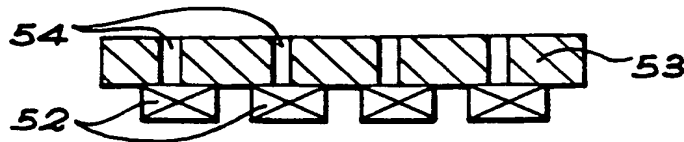


FIG. 5 C

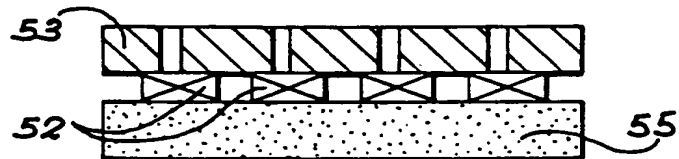


FIG. 5 D

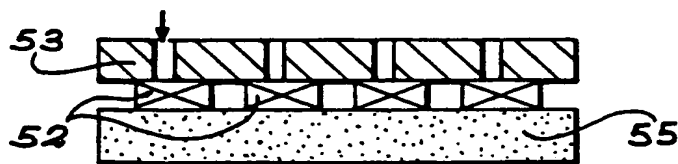


FIG. 5 E

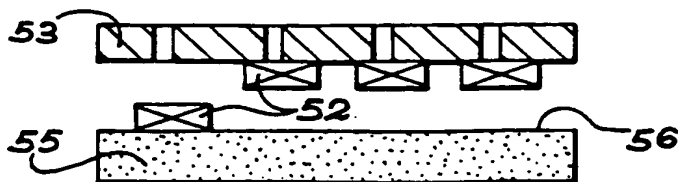


FIG. 5 F



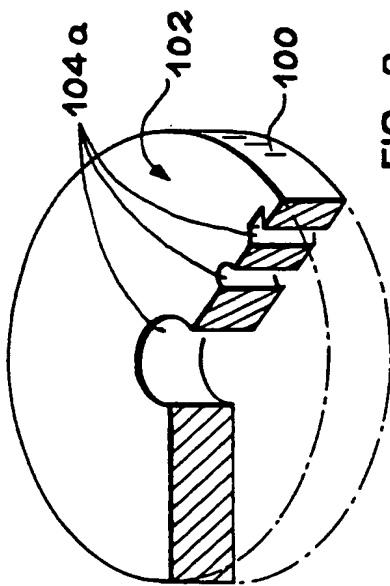


FIG. 6

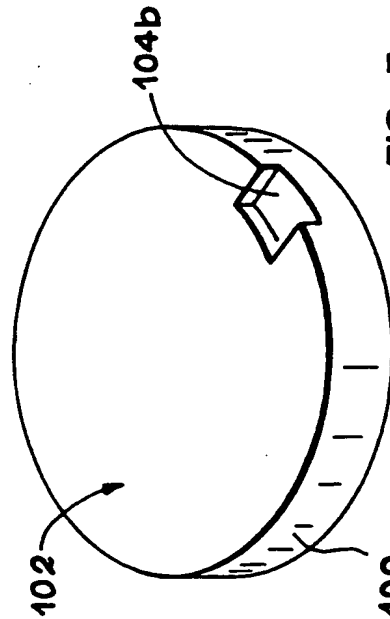


FIG. 7

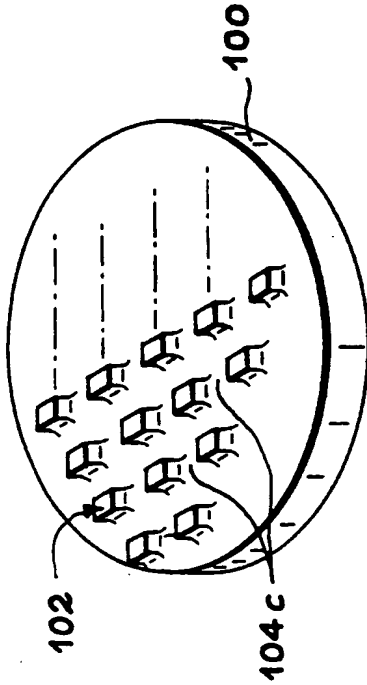


FIG. 8

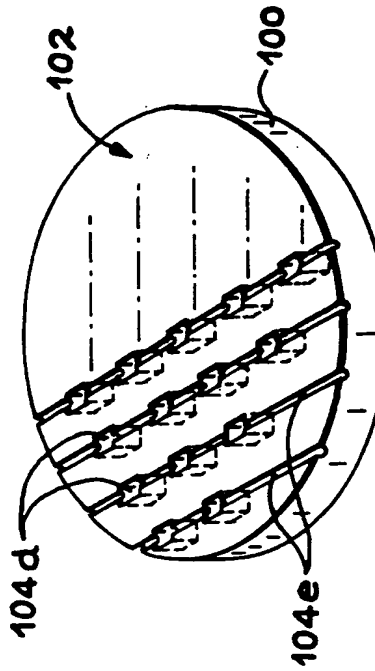


FIG. 9

7/8

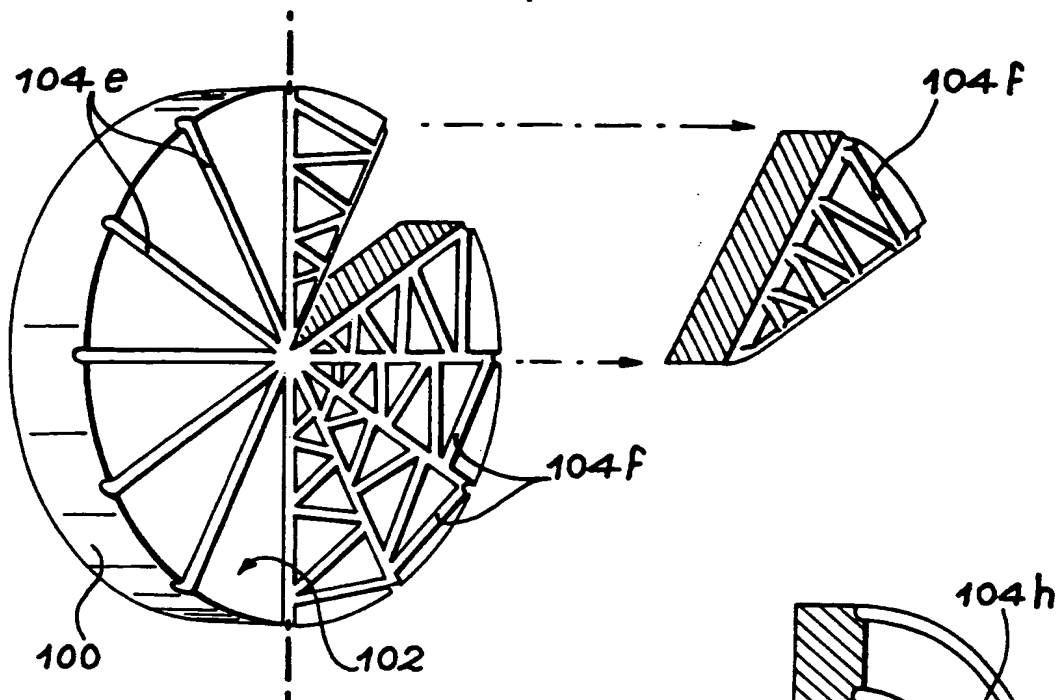


FIG. 10

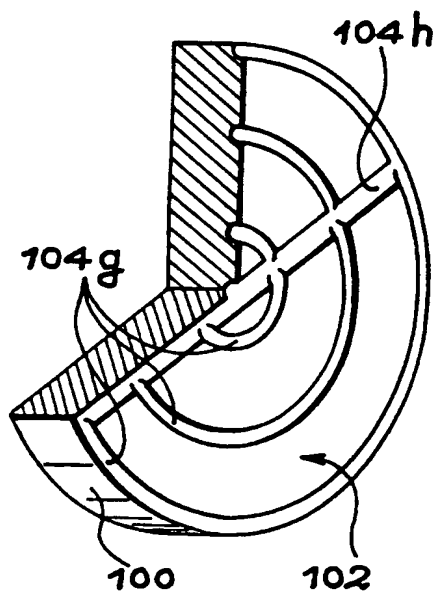


FIG. 11

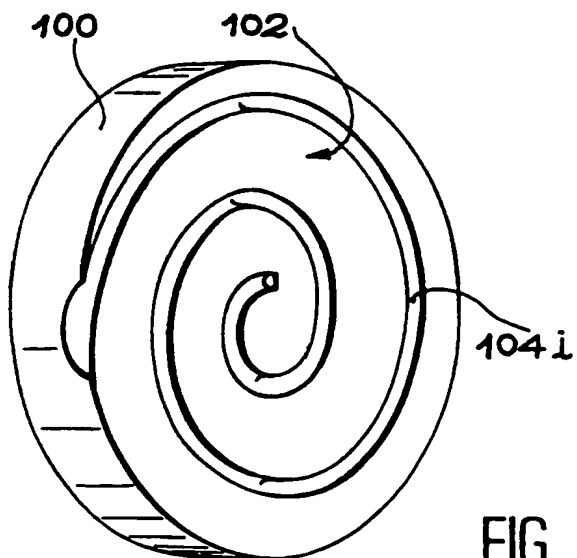


FIG. 12

8 / 8

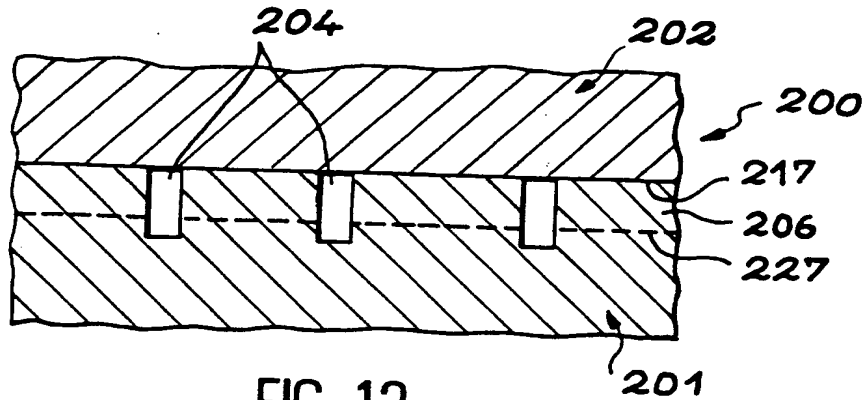


FIG. 13

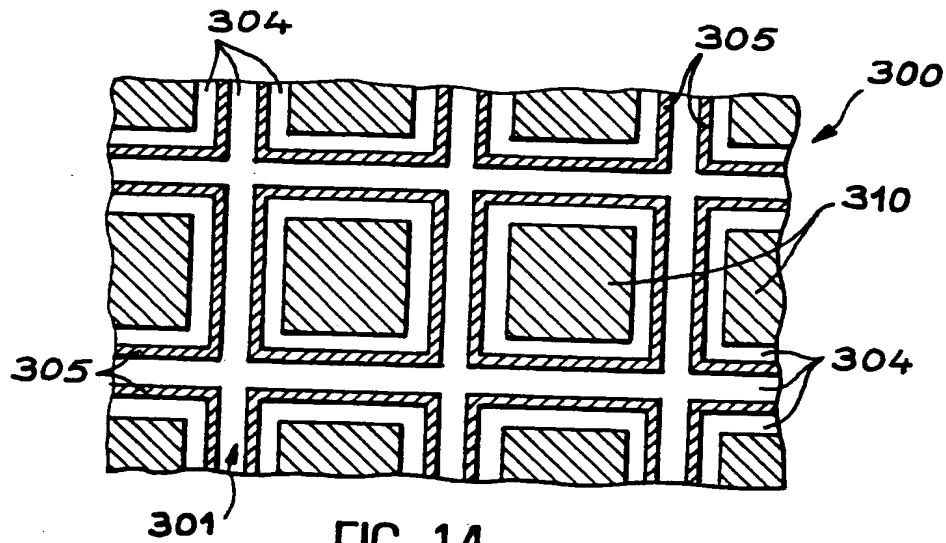


FIG. 14

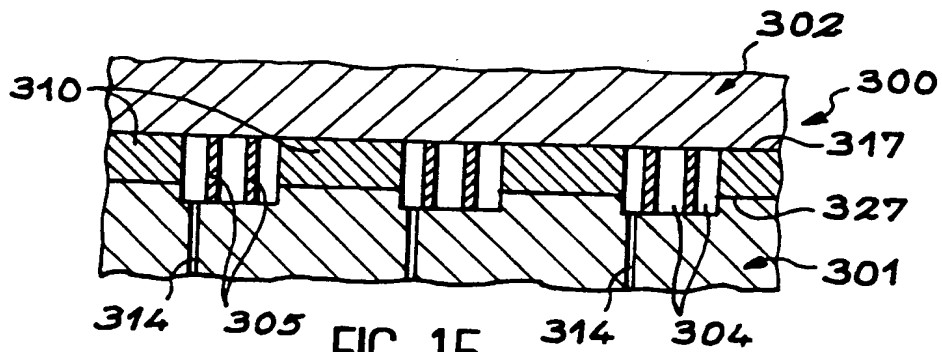


FIG. 15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 00/02014

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 925 888 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 30 June 1999 (1999-06-30) abstract; figures 25-40	1, 18, 23
A	US 5 029 418 A (BULL) 9 July 1991 (1991-07-09) abstract; figures 2, 3	1, 18, 23
A	US 3 918 150 A (GANTLEY) 11 November 1975 (1975-11-11) column 4, line 40-64	1, 18, 23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 091 (M-679), 24 March 1988 (1988-03-24) -& JP 62 230537 A (CANON INC), 9 October 1987 (1987-10-09) abstract	1, 18, 23

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 November 2000

Date of mailing of the international search report

14/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Oberle, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02014

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0925888	A	30-06-1999	JP 11195568 A	21-07-1999
			JP 11195563 A	21-07-1999
			JP 11243040 A	07-09-1999
			AU 717785 B	30-03-2000
			SG 70141 A	25-01-2000
			AU 9819098 A	26-08-1999
US 5029418	A	09-07-1991	NONE	
US 3918150	A	11-11-1975	DE 2504944 A	14-08-1975
			GB 1488150 A	05-10-1977
			JP 50115975 A	10-09-1975
			JP 57136344 A	23-08-1982
			SE 405659 B	18-12-1978
			SE 7500323 A	11-08-1975
			US 4140260 A	20-02-1979
JP 62230537	A	09-10-1987	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No  
PCT/FR 00/02014

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L21/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 925 888 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 30 juin 1999 (1999-06-30) abrégé; figures 25-40	1, 18, 23
A	US 5 029 418 A (BULL) 9 juillet 1991 (1991-07-09) abrégé; figures 2, 3	1, 18, 23
A	US 3 918 150 A (GANTLEY) 11 novembre 1975 (1975-11-11) colonne 4, ligne 40-64	1, 18, 23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 091 (M-679), 24 mars 1988 (1988-03-24) -& JP 62 230537 A (CANON INC), 9 octobre 1987 (1987-10-09) abrégé	1, 18, 23

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/11/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Oberle, T

# **RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der de Internationale No

PC1/FR 00/02014

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets(s)	Date de publication
EP 0925888 A	30-06-1999	JP 11195568 A	21-07-1999
		JP 11195563 A	21-07-1999
		JP 11243040 A	07-09-1999
		AU 717785 B	30-03-2000
		SG 70141 A	25-01-2000
		AU 9819098 A	26-08-1999
US 5029418 A	09-07-1991	AUCUN	
US 3918150 A	11-11-1975	DE 2504944 A	14-08-1975
		GB 1488150 A	05-10-1977
		JP 50115975 A	10-09-1975
		JP 57136344 A	23-08-1982
		SE 405659 B	18-12-1978
		SE 7500323 A	11-08-1975
		US 4140260 A	20-02-1979
JP 62230537 A	09-10-1987	AUCUN	